

УДК 62-621.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА СПГ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

М. В. Трушков¹, А. С. Колпаков²

^{1,2} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ maxtr5@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности технологического процесса малотоннажного производства сжиженного природного газа (СПГ) по детандерной технологии на базе ГРС-4 (Екатеринбург), отмечены проблемы работы блока подготовки природного газа: адсорберов осушки и адсорберов очистки. Составлена схема комплекса по производству СПГ в программном комплексе Aspen HYSYS.

Ключевые слова: малотоннажное производство СПГ, детандерная технология, подготовка природного газа, адсорбер

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF LOW-TONNAGE LNG PRODUCTION AT GAS DISTRIBUTION STATIONS

M. V. Trushkov¹, A. S. Kolpakov²

^{1,2} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ maxtr5@mail.ru

Abstract. The features of the technological process of low-tonnage LNG production using expander technology based on gas distribution station are considered. Operation problems of the natural gas treatment unit — desiccation adsorbers and purification adsorbers — are noted. The scheme of the LNG production complex in the Aspen HYSYS software package has been drawn up.

Keywords: low-tonnage LNG production, expander technology, natural gas treatment, adsorber

Внесение изменений в порядок формирования топливно-энергетических балансов с учетом потребности населения в сжиженном природном газе (СПГ) в соответствии с поручениями Президента РФ от 31 мая 2020 г. в первую очередь предполагает использование ресурсной базы малотоннажного производства СПГ, ориентированного как на производство моторного топлива, так и на последующую регазификацию СПГ для целей теплоснабжения поселений и бытового потребления.

Программа развития малотоннажного производства в соответствии с существующей методикой [1] ориентирована на преимущественное использование детандерной технологии, основанной на цикле среднего давления Клода. Такая технология используется двумя существующими комплексами по производству СПГ (КП СПГ): при ГРС-4 (Екатеринбург) производительностью 3 т/ч и ГРС-3 (Магнитогорск) производительность 5 т/ч.

КП СПГ в Екатеринбурге ориентирован на производство моторного топлива для железнодорожного транспорта, а в Магнитогорске — для муниципального. Однако оба комплекса также имеют целью газификацию поселений, как удаленных от сетей газораспределения, так и не имеющих возможности технологического присоединения к ним в силу того, что газораспределительные станции (ГРС) «заперты», т. е. не имеют резерва мощности. К таковым, например, в Челябинской области относятся 16 из 105 имеющихся ГРС.

Эксплуатационным опытом располагает только один из КП СПГ в Екатеринбурге (начало эксплуатации 2011 г.). КП СПГ в Магнитогорске запущен 26 августа 2020 г.

Детандерные технологии находятся в стадии освоения и несмотря на накопленный девятилетний опыт требуют изучения режимных характеристик, в первую очередь детандер-компрессорного агрегата, что достигается численным экспериментом в программном комплексе Aspen HYSYS.

С помощью Aspen HYSYS разработана модель существующего комплекса по производству СПГ на ГРС-4 в Екатеринбурге (рис. 1) для последующего анализа режимов его работы с учетом опыта эксплуатации КП СПГ и данных расчетов блока подготовки газа в модуле Aspen Adsorption.

Блок подготовки природного газа КП СПГ состоит из блока осушки и блока очистки природного газа.

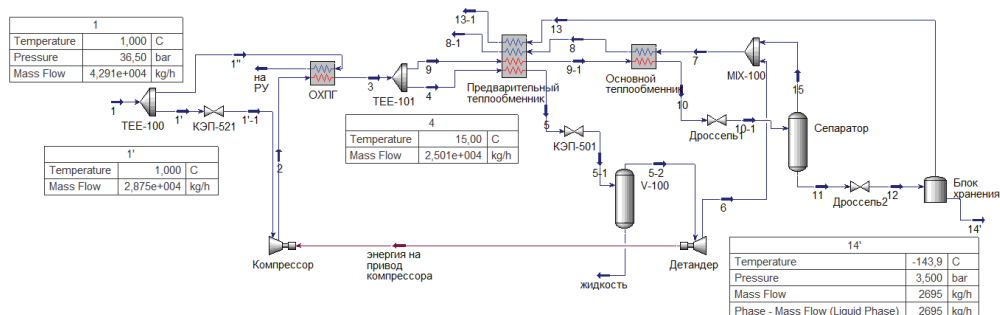


Рис. 1. Расчетная схема КП СПГ на ГРС-4

Блок осушки включает в себя два попеременно работающих адсорбера, блок арматуры, четыре фильтра-сепаратора; он предназначен для осушки природного газа до остаточного содержания воды $0,00204 \text{ г/м}^3$, что соответствует точке росы около -75°C . Первоначально в состав блока осушки входил также узел вакуумного насоса, поскольку по предварительному проекту регенерация адсорбента должна была проводиться в режиме термовакuumирования. Однако в последствии от этого технического решения отказались, и в настоящее время регенерация производится по стандартной схеме с использованием части сжатого природного газа, прошедшего блок осушки. При этом для термической регенерации адсорберов осушки газом с расчетной температурой 350°C применяется тот же нагревательный узел, что и для регенерации блока очистки.

Адсорбер осушки представляет собой аппарат осевого типа и имеет габариты адсорбционного слоя: диаметр — 1,4 м; высота — 4,9 м. В адсорбер засыпается около 3,4 т цеолита.

Блок очистки включает в себя два попеременно работающих адсорбера, блок арматуры, блок обратных клапанов и блок фильтрации, предназначенный для очистки природного газа от диоксида углерода до остаточного содержания 50 ppm CO_2 . При этом габариты адсорберов аналогичны адсорберам осушки, а их адсорбционный слой включает в себя слой цеолита и вышележащий слой фарфоровых шаров тех же размеров, что и в адсорберах осушки.

Систематическое определение концентрации диоксида углерода в очищенном газе непосредственно после блока очистки ранее практически не производилось, однако присутствие CO_2 в больших количествах в готовой продукции (СПГ в сборнике-хранилище), которое

неоднократно фиксировалось лабораторными исследованиями, позволяет сделать вывод о том, что блок очистки функционирует неудовлетворительно.

В настоящее время проблема обостряется качеством цеолитов и постоянным повышением содержания CO_2 в магистральном газе: текущее содержание CO_2 превышает таковое на момент ввода КП СПГ в эксплуатацию в 6 раз.

Качество подготовки природного газа определяет качество конечного продукта — СПГ, регламентируемое ГОСТ Р 56021–2014 [2]. В связи с этим представляется необходимым анализ качества подготовки газа в модуле Aspen Adsorption.

Список источников

1. Методические подходы к формированию программ малотоннажного производства и использования сжиженного природного газа / С. П. Горбачёв [и др.] // Вести газовой науки. 2017. № 1(29). С. 227–240.
2. ГОСТ Р 56021–2014. Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия. М. : Стандартиформ, 2019. 12 с.